

BAB II

STUDI PUSTAKA

II.1 Sejarah dan Pengertian Transportasi

Sejarah transportasi dapat ditelusuri kembali ke zaman prasejarah ketika manusia pertama kali mengembangkan kemampuan untuk bergerak. Pada awalnya, manusia bergantung pada mobilitas berjalan kaki untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun, dengan perkembangan peradaban, manusia mulai memanfaatkan hewan seperti kuda, sapi, dan unta untuk membantu mereka dalam membawa beban.

Perkembangan berikutnya adalah penggunaan perahu untuk melintasi perairan dan pengembangan kereta kuda pada zaman kuno, yang memungkinkan transportasi melintasi daratan dengan lebih cepat dan efisien. Pada abad ke-19, lahirnya mesin uap membawa revolusi dalam bidang transportasi dengan munculnya kereta api. Kereta api memungkinkan pergerakan massal manusia dan barang dengan jarak yang lebih jauh, menghubungkan kota-kota dan wilayah-wilayah yang terpencil.

Pada awal abad ke-20, penemuan mesin mobil mengubah transportasi manusia dengan memberikan mobilitas yang lebih besar dan kemampuan untuk melakukan perjalanan jarak jauh dengan lebih cepat. Kemudian, perkembangan pesawat terbang membuka era penerbangan, yang memungkinkan manusia untuk melakukan perjalanan antar benua dalam waktu yang lebih singkat. Transportasi juga berkembang ke sektor kelautan dengan pembangunan kapal laut yang lebih besar dan lebih efisien.

Pada era modern ini, transportasi terus mengalami inovasi dan perkembangan. Transportasi darat menggunakan mobil, bus, dan kereta api yang semakin canggih dan ramah lingkungan. Transportasi udara terus meningkatkan kecepatan dan efisiensinya, sementara transportasi laut mengalami perkembangan kapal yang lebih besar dan teknologi navigasi yang lebih maju.

Transportasi dapat diartikan sebagai sistem, sarana, dan metode yang digunakan untuk memindahkan orang, barang, atau informasi dari satu tempat ke tempat lain. Tujuan utama transportasi adalah untuk mengatasi jarak geografis antara asal dan tujuan, memfasilitasi pergerakan manusia dan barang dengan efisien.

Transportasi melibatkan berbagai moda, termasuk transportasi darat seperti jalan raya, rel kereta api, dan transportasi kota seperti bus dan taksi. Transportasi udara melibatkan penerbangan menggunakan pesawat terbang, sementara transportasi laut melibatkan perjalanan melalui kapal laut dan kapal pesiar. Selain itu, ada juga transportasi pipa yang digunakan untuk memindahkan cairan dan gas melalui pipa, serta transportasi kabel untuk mengirimkan sinyal dan data melalui kabel optik.

Pengertian transportasi juga mencakup infrastruktur yang mendukung pergerakan, seperti jalan, jembatan, pelabuhan, dan bandara. Selain itu, transportasi juga melibatkan perencanaan, pengaturan, dan pengelolaan sistem transportasi untuk memastikan kelancaran dan efisiensi pergerakan.

Secara keseluruhan, transportasi memainkan peran penting dalam memfasilitasi interaksi sosial, perdagangan, pariwisata, dan pertumbuhan ekonomi. Ia juga berperan dalam mengurangi isolasi geografis dan memberikan aksesibilitas yang diperlukan untuk pengembangan wilayah.

II.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Status dan Kelas Jalan

II.2.1 Status Jalan

Berdasarkan UU No 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan umum menurut statusnya dikelompokkan kedalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

1. Jalan Nasional

Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Jalan Provinsi merupakan jalan kolektor dalam system jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten/kota, atau antar ibu kota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten merupakan jalan local dalam system jaringan jalan primer yang tidak termasuk dalam jalan provinsi dan jalan kabupaten, yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota

kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam system jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan Kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

II.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan PP No 34 tahun 2006 tentang jalan, fungsi jalan dibedakan menjadi beberapa, yaitu :

1. Jalan Arteri Primer

Jalan yang menghubungkan antar pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

2. Jalan Kolektor Primer

Jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antara pusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal.

3. Jalan Lokal Primer

Jalan yang menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat pusat kegiatan lingkungan, serta antar pusat kegiatan lingkungan.

4. Jalan Lingkungan Primer

Jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.

5. Jalan Arteri Sekunder

Jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

6. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan ketiga.

7. Jalan Lokal Sekunder

Jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

8. Jalan Lingkungan Sekunder

Jalan yang menghubungkan antar persil dalam Kawasan perkotaan.

II.4 Persimpangan

Persimpangan adalah pertemuan antara dua sudut jalan atau lebih, biasanya terjadi pertemuan kendaraan dengan kendaraan lainnya. Dimana keadaan ini mengakibatkan kepadatan jalan sehingga terjadi tundaan kendaraan pada persimpangan. Kepadatan ini juga diakibatkan beberapa faktor seperti kurang baiknya manajemen lalu lintas pada persimpangan tersebut (Tamin, 1998) dalam jurnal Analisa Dampak Lalu Lintas (Andall).

II.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemacetan

II.5.1 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merujuk pada jumlah kendaraan yang melintasi suatu jalan pada suatu periode waktu tertentu. Volume lalu lintas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemacetan lalu lintas.

Dalam kondisi normal, semakin tinggi volume lalu lintas, semakin tinggi pula kepadatan lalu lintas di jalan. Kepadatan lalu lintas merupakan jumlah kendaraan dalam suatu area atau jalan pada suatu waktu tertentu. Ketika volume lalu lintas meningkat, dan kapasitas jalan tidak dapat menampung semua kendaraan tersebut, maka kepadatan lalu lintas akan meningkat.

Peningkatan kepadatan lalu lintas yang melebihi kapasitas jalan akan menyebabkan kemacetan. Kemacetan terjadi ketika aliran lalu lintas terhambat atau terganggu, sehingga kendaraan tidak dapat bergerak dengan kecepatan normal atau bahkan berhenti

sepenuhnya. Dalam kondisi kemacetan, waktu tempuh menjadi lebih lama, efisiensi perjalanan menurun, dan terjadi penumpukan kendaraan di jalan.

Kenaikan volume lalu lintas yang melebihi kapasitas jalan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti peningkatan jumlah kendaraan, kurangnya infrastruktur jalan yang memadai, kecelakaan lalu lintas, atau adanya kendala seperti persimpangan atau ruang sempit di jalan.

Oleh karena itu, pengelolaan lalu lintas dan pengembangan skema pengalihan menjadi penting untuk mengatasi masalah kemacetan yang disebabkan oleh peningkatan volume lalu lintas. Skema pengalihan yang efektif dan terencana dapat membantu mengurangi kepadatan lalu lintas dan meningkatkan kelancaran aliran lalu lintas di jalan-jalan yang padat.

II.5.2 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat dilayani oleh suatu jalan dalam suatu periode waktu tertentu. Kapasitas jalan menunjukkan batasan fisik dari suatu jalan yang dapat menampung lalu lintas kendaraan dengan tingkat pelayanan yang masih dapat diterima.

Kapasitas jalan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain:

1. Karakteristik geometri jalan: Faktor seperti jumlah lajur, lebar jalan, jenis persimpangan, tikungan, dan kemiringan jalan dapat mempengaruhi kapasitas jalan. Jalan dengan lebih banyak lajur atau lebar jalan yang lebih lebar cenderung memiliki kapasitas yang lebih tinggi.
2. Faktor pengaturan lalu lintas: Sistem pengaturan lalu lintas seperti lampu lalu lintas, rambu lalu lintas, dan tanda pengaturan lalu lintas juga mempengaruhi kapasitas jalan. Pengaturan yang efisien dan efektif dapat membantu meningkatkan kapasitas jalan.
3. Karakteristik lalu lintas: Jenis kendaraan, kecepatan rata-rata, kepadatan lalu lintas, dan komposisi lalu lintas juga berperan dalam menentukan kapasitas jalan. Kendaraan berat atau jumlah kendaraan yang tinggi dapat mengurangi kapasitas jalan.

Kapasitas jalan biasanya diukur dalam satuan kendaraan per jam (vehicles per hour, vph) dan dapat bervariasi tergantung pada kondisi lalu lintas yang berbeda pada waktu tertentu.

Pengukuran kapasitas jalan menjadi penting dalam perencanaan transportasi dan pengelolaan lalu lintas, karena dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan infrastruktur jalan yang lebih baik, mengidentifikasi titik-titik kemacetan, dan merencanakan perbaikan atau pengembangan jalan yang diperlukan.

Dalam konteks analisis skema pengalihan lalu lintas, pemahaman tentang kapasitas jalan menjadi penting untuk mengevaluasi apakah skema pengalihan lalu lintas dapat mengatasi kepadatan lalu lintas yang terjadi di bundaran. Dengan memahami kapasitas jalan, dapat ditentukan apakah jumlah kendaraan yang melebihi kapasitas jalan tersebut menyebabkan kemacetan dan apakah perlu ada penyesuaian dalam skema pengalihan lalu lintas yang diterapkan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas di bundaran tersebut.

II.5.3 Geometri Jalan

Geometri jalan mengacu pada desain fisik dan karakteristik suatu jalan. Faktor geometri jalan mempengaruhi kelancaran, keamanan, dan efisiensi lalu lintas. Beberapa aspek penting dari geometri jalan adalah sebagai berikut:

1. **Lebar Jalan:** Lebar jalan adalah dimensi horizontal dari jalan yang mengatur ruang yang tersedia bagi kendaraan. Lebar jalan yang memadai memungkinkan kendaraan untuk bergerak dengan aman dan nyaman. Lebar jalan yang sempit dapat menyebabkan pembatasan pergerakan kendaraan, meningkatkan risiko tumbukan, dan membatasi kapasitas jalan.
2. **Jumlah Lajur:** Jumlah lajur jalan mengacu pada jumlah jalur yang tersedia untuk kendaraan bergerak dalam satu arah. Jumlah lajur yang memadai dapat mengakomodasi volume lalu lintas yang tinggi dan memungkinkan pergerakan kendaraan yang lancar. Jumlah lajur yang kurang dari kebutuhan dapat menyebabkan kepadatan lalu lintas dan kemacetan.
3. **Tikungan Jalan:** Tikungan jalan merujuk pada bagian jalan yang berbelok atau melengkung. Tikungan yang tajam atau kurva yang tidak terduga dapat mempengaruhi kecepatan dan kelancaran lalu lintas. Tikungan yang dirancang dengan baik dengan radius yang memadai memungkinkan kendaraan untuk bermanuver dengan aman dan mengurangi risiko kecelakaan.
4. **Persimpangan Jalan:** Persimpangan jalan adalah titik di mana jalan bertemu dan kendaraan harus berinteraksi. Tipe persimpangan, seperti persimpangan bersinyal,

roundabout, atau perempatan tanpa isyarat, mempengaruhi kelancaran dan keamanan lalu lintas. Persimpangan yang dirancang dengan baik mengatur aliran kendaraan dan meminimalkan potensi konflik.

5. Panjang Jalan: Panjang jalan mengacu pada total jarak atau ruang yang tersedia pada suatu jalan. Panjang jalan yang memadai memberikan waktu dan ruang yang cukup bagi kendaraan untuk berakselerasi, melambat, atau melakukan perubahan lajur dengan aman. Jalan yang terlalu pendek atau terlalu panjang dapat mempengaruhi kecepatan dan efisiensi lalu lintas.

Faktor-faktor geometri jalan ini harus diperhatikan dalam perencanaan dan perancangan jalan untuk memastikan kelancaran lalu lintas, keamanan, dan efisiensi perjalanan. Dalam konteks analisis skema pengalihan lalu lintas, evaluasi terhadap geometri jalan membantu dalam memahami bagaimana karakteristik fisik jalan, seperti lebar, jumlah lajur, tikungan, dan persimpangan, mempengaruhi kemacetan lalu lintas. Dengan pemahaman yang baik tentang geometri jalan, dapat diidentifikasi dan diimplementasikan solusi yang sesuai untuk meningkatkan kinerja lalu lintas dan mengurangi kemacetan di bundaran Kadipaten dan wilayah terkait.

II.6 Kinerja Jalan

Tingkat kinerja jalan adalah ukuran yang menjelaskan kondisi operasional. Nilai kuantitatif dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, dan rasio kendaraan berhenti. (MKJI, 1997) Pada penelitian ini parameter yang digunakan dalam analisis kinerja bundaran adalah kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan.

II.6.1 Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan per satuan jam. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas di tentukan per lajur. (MKJI, 1997).

Kapasitas bagian jalinan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C = C_o \times FCS \times FRSU \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- C : Kapasitas (smp/jam)
- Co : Kapasitas dasar
- FCS : Faktor penyesuaian ukuran kota
- FRSU : Faktor penyesuaian lingkungan

Tabel II 1 Faktor penyesuaian lingkungan jalan (FRSU) (MKJI, 1997)

Kelas tipe lingkungan jalan	Kelas hambatan samping	Rasio kendaraan tak bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/ Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Tabel II 2 Tipe lingkungan jalan (MKJI, 1997)

Komersial	Guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Permukiman	Guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dsb).

Tabel II 3 Faktor penyesuaian kapasitas ukuran kota (FCS) (MKJI, 1997)

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor Penyesuaian
<0,1	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1.0	0,94
1,0-3,0	1,0
>3,0	1,04

Tabel II 4 Konversi kendaraan terhadap satuan mobil penumpang (MKJI, 1997)

Jenis Kendaraan	Ekivalensi Mobil Penumpang (emp)
Kendaraan Berat (HV)	1,2
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Sepeda Motor (MC)	0,25

II.6.2 Kapasitas Dasar (C_o)

Kapasitas dasar dapat dihitung menggunakan persamaan dengan variabel masukan yang terdiri dari lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_w), rasio menjalin (P_w) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_w/L_w).

$$C_o = 135 \times W_w^{1,3} \times (1 + W_E/W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \dots\dots(2.2)$$

Kapasitas dasar (C_o) dapat ditentukan juga berdasarkan tipe jalan sesuai dengan table berikut:

Tabel II 5 Kapasitas dasar (C_o) jalan perkotaan (MKJI, 1997)

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

II.6.3 Kapasitas Total (C)

Kapasitas bundaran, didefinisikan sebagai arus masuk atau keluar maksimum pada kondisi lalu lintas dan lokasi yang ditentukan sebelumnya, yang dicapai pada saat bagian jalinan pertama mencapai kapasitasnya. (MKJI, 1997) Kapasitas bagian jalinan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C = C_o \times FCS \times FRSU \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- C : Kapasitas (smp/jam)
- Co : Kapasitas dasar
- FCS : Faktor penyesuaian ukuran kota
- FRSU : Faktor penyesuaian lingkungan

II.7 Sejarah dan Pengertian Bundaran

Dalam Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) (2010). Sejarah penggunaan bundaran sebagai solusi pengatur lalu lintas dapat ditelusuri hingga ke zaman kuno. Di Yunani kuno, bundaran batu telah digunakan sebagai persimpangan jalan sejak abad ke-4 SM. Namun, penggunaan modern dari bundaran dimulai pada abad ke-20. Awalnya, bundaran lebih umum digunakan di Inggris pada tahun 1900-an sebagai alternatif dari lampu lalu lintas tradisional. Konsep modern bundaran dikembangkan oleh seorang arsitek bernama Frank Blackmore di Inggris pada tahun 1960-an. Blackmore mengenalkan prinsip "give way at entry" yang berarti kendaraan yang memasuki bundaran harus memberikan prioritas kepada kendaraan yang sudah ada di dalam bundaran. Konsep ini kemudian tersebar ke berbagai negara di seluruh dunia. Bundaran adalah sebuah lingkaran atau bundaran yang dibuat di persimpangan jalan untuk mengatur aliran lalu lintas. Bundaran juga dikenal dengan sebutan rotary, putaran, atau roundabout dalam bahasa Inggris. Fungsi utama dari bundaran adalah untuk mengatur arus lalu lintas secara efisien, mengurangi kecepatan kendaraan, dan meningkatkan keamanan jalan.

II.8 Manfaat dan Fungsi Bundaran

Dalam Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) (2010) fungsi bundaran adalah untuk mengatur lalu lintas agar lebih lancar dan aman. Dengan memakai bundaran, pengendara tidak lagi harus menunggu lampu merah atau sinyal lainnya, yang dapat menghambat laju kendaraan dan memperlambat waktu perjalanan. Selain itu, bundaran juga dapat mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas, karena pengguna jalan harus memperlambat kecepatan kendaraannya ketika memasuki bundaran dan memperhatikan arus lalu lintas yang datang dari berbagai arah. Bundaran juga memiliki beberapa manfaat pada aktivitas lalu lintas yaitu;

1. Mengurangi kemacetan: Dengan mengalihkan arus lalu lintas secara terus-menerus, bundaran dapat mengurangi kemacetan pada persimpangan jalan yang padat.
2. Meningkatkan keamanan: Bundaran dapat mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas karena pengguna jalan harus memperlambat kecepatan dan memperhatikan arus lalu lintas yang datang dari berbagai arah.
3. Efisiensi lalu lintas: Dengan menghilangkan perlunya lampu lalu lintas, bundaran dapat meningkatkan aliran lalu lintas secara keseluruhan, sehingga mengurangi waktu perjalanan.
4. Pengurangan polusi dan emisi: Dikarenakan aliran lalu lintas yang lebih lancar, bundaran dapat membantu mengurangi waktu tunggu dan konsumsi bahan bakar yang berlebihan, mengurangi polusi udara dan emisi karbon.

II.9 Regulasi Bundaran

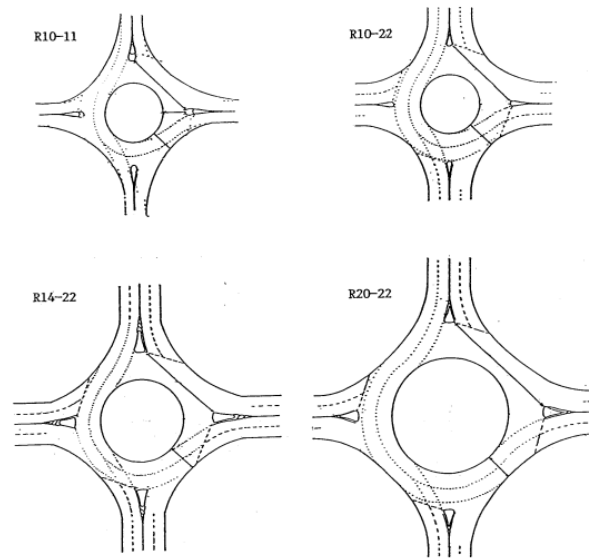
Bundaran merupakan istilah yang biasa digunakan untuk menggambarkan sebuah persimpangan jalan yang berbentuk bundar atau melingkar. Regulasi atau peraturan terkait bundaran bervariasi di setiap negara, wilayah, atau kota, tergantung pada hukum lalu lintas yang berlaku di tempat tersebut. Namun, terdapat beberapa prinsip umum yang sering diterapkan dalam regulasi bundaran di banyak negara, antara lain:

1. **Prioritas dalam bundaran:** Umumnya, kendaraan yang sudah berada di dalam bundaran memiliki prioritas dibandingkan dengan kendaraan yang ingin masuk ke bundaran. Kendaraan yang ingin memasuki bundaran harus memberikan jalan kepada kendaraan yang sudah berada di dalam bundaran, kecuali ada tanda atau sinyal yang mengindikasikan sebaliknya.
 2. **Arah putaran:** Bundaran biasanya memiliki arah putaran searah jarum jam (di negara-negara dengan sistem berkendara di sebelah kanan) atau berlawanan arah jarum jam (di negara-negara dengan sistem berkendara di sebelah kiri). Pengendara harus mengikuti arah putaran yang ditentukan dan tidak boleh memotong jalur lain secara sembarangan.
 3. **Marka jalan dan rambu lalu lintas:** Bundaran biasanya dilengkapi dengan marka jalan dan rambu-rambu lalu lintas yang memberikan petunjuk kepada pengendara mengenai jalur yang harus diikuti, perubahan lajur, dan aturan-aturan lain yang berlaku di bundaran tersebut. Penting untuk memperhatikan dan mengikuti petunjuk yang ada.
 4. **Kecepatan:** Biasanya, kendaraan yang memasuki bundaran diharapkan untuk mengurangi kecepatan mereka. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan bahaya dan mengganggu kelancaran lalu lintas di bundaran.
 5. **Penyeberangan pejalan kaki:** Bundaran yang dilengkapi dengan penyeberangan pejalan kaki biasanya memiliki marka jalan dan tanda-tanda khusus yang menunjukkan jalur pejalan kaki yang aman untuk menyeberang. Pengendara harus memberikan hak lintas kepada pejalan kaki yang akan menyeberang.
- Penting untuk memahami regulasi dan peraturan lalu lintas yang berlaku di negara atau wilayah tempat Anda berada. Hal ini akan membantu menjaga keselamatan Anda sendiri dan orang lain saat menggunakan bundaran atau persimpangan jalan

lainnya. Disarankan untuk selalu mengikuti petunjuk lalu lintas, memperhatikan keadaan sekitar, dan mengikuti aturan yang berlaku.

II.10 Tipe Bundaran

Adapun tipe bundaran menurut MKJI (1997), ditunjukkan pada gambar:



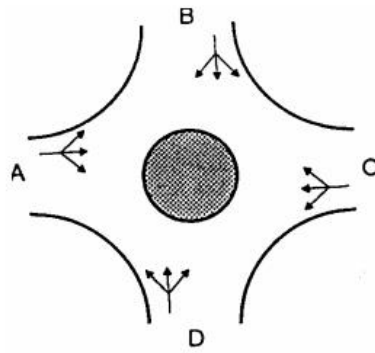
Gambar II 1 Ilustrasi tipe bundaran (MKJI, 1997)

Tabel II 6 Definisi tipe bundaran yang digunakan (MKJI, 1997)

Tipe bundaran	Jari-jari bundaran (m)	Jumlah lajur masuk	lebar lajur masuk W1 (m)	Panjang jalinan Lw (m)	Lebar jalinan Ww (m)
R10-11	10	1	3,5	23	7
R10-22	10	2	7,0	27	9
R14-22	14	2	7,0	31	9
R20-22	20	2	7,0	43	9

II.10.1 Jalinan Bundaran

Rasio jalinan bundaran adalah perbandingan antara arus yang menjalin dengan arus masuk bagian jalinan. Untuk mengetahui rasio jalinan diperlukan data-data arus masuk bundaran yang diperoleh dari perjumlahan komposisi arus lalu lintas.



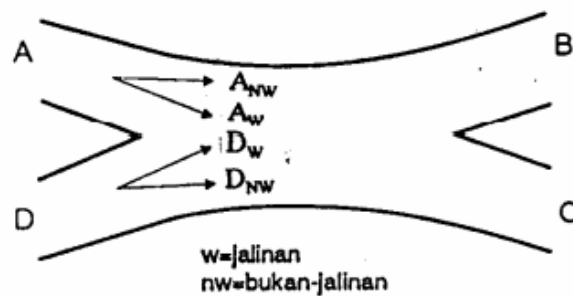
Gambar II 2 Jalinan bundaran

Tabel II 7 Rasio jalinan bundaran (MKJI, 1997)

Bagian jalinan	Arus masuk bundaran Qmasuk	Arus masuk bagian jalinan Qtot	Arus menjalin Qw	Rasio menjalin Pw
AB	$A=A_{LT}+A_{ST}+A_{RT}+A_{UT}$	$A+D-D_{LT}+C_{RT}+C_{UT}+B_{UT}$	$A-A_{LT}+D_{ST}+C_{RT}+B_{UT}$	Q_{WAB}/Q_{AB}
BC	$B=B_{LT}+B_{ST}+B_{RT}+B_{UT}$	$B+A-A_{LT}+D_{RT}+D_{UT}+C_{UT}$	$B-B_{LT}+A_{ST}+D_{RT}+C_{UT}$	Q_{WBC}/Q_{BC}
CD	$C=C_{LT}+C_{ST}+C_{RT}+C_{UT}$	$C+B-B_{LT}+A_{RT}+A_{UT}+D_{UT}$	$C-C_{LT}+B_{ST}+A_{RT}+D_{UT}$	Q_{WCD}/Q_{CD}
DA	$D=D_{LT}+D_{ST}+D_{RT}+D_{UT}$	$D+C-C_{LT}+B_{RT}+B_{UT}+A_{UT}$	$D-D_{LT}+C_{ST}+B_{RT}+A_{UT}$	Q_{WDA}/Q_{DA}

Keterangan:

- LT : Belok Kiri
- ST : Lurus
- RT : Belok Kanan
- UT : Putaran U



Gambar II 3 Variabel arus lalu lintas

II.10.2 Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus jalan terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang. Nilai derajat jenuh berdasarkan MKJI 1997 tentang bagian jalinan adalah 0,75.

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

- DS : Derajat kejenuhan
- Q : Arus lalu lintas (smp/det)
- C : Kapasitas (smp/jam)

II.10.3 Tundaan Lalu lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. (MKJI, 1997)

$$DT = 2 + 2,68982DS - 1 - DS \times 2 \text{ untuk } DS < 0,6 \dots \dots \dots (2.5)$$

$$DT = \frac{1}{0,59186 - 0,52525DS} - (1 - DS) \times 2 \text{ untuk } DS \geq 0,6 \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

- DT : Tundaan lalu lintas jalinan
- DS : Derajat Kejenuhan

II.10.4 Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DTR)

Tundaan lalu lintas bundaran adalah tundaan rata-rata perkendaraan yang masuk kedalam bundaran, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Dt_{tot} = Q \times DT \dots \dots \dots (2.7)$$

$$DTR = Dt_{tot} / Q_{masuk} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

- DTR : Tundaan lalu lintas bundaran
- DTtot : Tundaan lalu lintas bundaran total (smp/det)
- Qmasuk : Jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

II.10.5 Tundaan Bundaran (DR)

Tundaan bundaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$DR = DTR + 4 (det/smp) \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

- DR : Tundaan bundaran
- DTR : Tundaan lalu lintas bundaran

Rumusnya adalah dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) pada tundaan lalu lintas.

II.10.6 Peluang Antrian Jalinan (QP%)

Menurut MKJI (1997), peluang antrian dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Batas Atas } QP\% = 25,65DS - 55,55DS^2 + 108,57DS^3 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Batas Bawah } QP\% = 9,41DS + 29,967DS^{4,619} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

- QP% : Peluang antrian jalinan
- DS : Derajat kejenuhan

II.11 Skema Lalu Lintas

Daiheng Ni (2014) skema pengalihan lalu lintas adalah strategi yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan kelancaran lalu lintas mengurangi waktu perjalanan bagi pengguna jalan dengan mengalihkan arus kendaraan dari jalur atau persimpangan utama ke jalur alternatif yang telah ditentukan. Skema ini melibatkan analisis lalu lintas, identifikasi jalur alternatif, pengalihan lalu lintas, dan evaluasi hasilnya.

Skema lalu lintas mengacu pada pengaturan atau pola pergerakan kendaraan yang ditetapkan oleh otoritas lalu lintas dalam suatu wilayah atau jalan tertentu. Tujuan dari skema lalu lintas adalah untuk mengatur aliran lalu lintas, memaksimalkan efisiensi perjalanan, dan meningkatkan keselamatan di jalan.

Skema lalu lintas dapat mencakup beberapa elemen, termasuk:

1. **Penentuan Arah Jalan:** Skema lalu lintas mencakup pengaturan arah pergerakan kendaraan pada jalan tertentu. Misalnya, pengaturan jalur satu arah atau dua arah, yang menentukan jalur mana yang dapat digunakan oleh kendaraan.
2. **Sinyal Lalu Lintas:** Sinyal lalu lintas adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur dan mengarahkan aliran kendaraan pada persimpangan jalan. Skema sinyal lalu lintas mencakup waktu yang ditetapkan untuk setiap fase atau arah lalu lintas, seperti hijau, kuning, dan merah.
3. **Rambu Lalu Lintas:** Rambu lalu lintas adalah tanda atau petunjuk yang dipasang di sepanjang jalan untuk memberikan informasi kepada pengemudi. Skema rambu lalu lintas meliputi penggunaan rambu peringatan, rambu larangan, rambu petunjuk arah, dan rambu lainnya untuk mengarahkan kendaraan dan memberikan informasi yang diperlukan.
4. **Pembatasan Kecepatan:** Skema lalu lintas juga dapat melibatkan pembatasan kecepatan yang ditetapkan di jalan tertentu. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan tanda kecepatan maksimum yang ditempatkan di sepanjang jalan atau dengan menggunakan hambatan fisik, seperti gumpalan kecepatan atau polisi tidur, untuk mengendalikan kecepatan kendaraan.
5. **Penentuan Prioritas:** Skema lalu lintas dapat melibatkan penentuan prioritas antara kendaraan di jalan yang berbeda. Misalnya, memberikan prioritas bagi kendaraan darurat, kendaraan umum, atau pejalan kaki di persimpangan atau lintasan jalan tertentu.
6. **Penyediaan Jalur Khusus:** Skema lalu lintas juga dapat melibatkan penyediaan jalur khusus untuk jenis kendaraan tertentu, seperti jalur bus atau jalur sepeda. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mempromosikan penggunaan transportasi umum atau berkelanjutan.

Skema lalu lintas dapat bervariasi tergantung pada kondisi lalu lintas, kebutuhan pengguna jalan, dan tujuan pengaturan lalu lintas. Dalam analisis skema pengalihan lalu lintas, evaluasi dan perbaikan terhadap skema lalu lintas yang ada dapat membantu dalam mengoptimalkan aliran lalu lintas, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan efisiensi perjalanan di bundaran Kadipaten dan sekitarnya.

II.11.1 Jenis - Jenis Skema Pengalihan Lalu Lintas

Dalam skema pengalihan lalu lintas, terdapat beberapa jenis skema yang dapat digunakan, skema pengalihan lalu lintas dapat diterapkan sesuai dengan kondisi dan situasi yang sedang terjadi dilapangan, beberapa jenis skema pengalihan lalu lintas yang umum digunakan adalah:

1. *One way system*

One-Way System adalah suatu pengaturan lalu lintas di jalan raya yang mengarahkan arah pergerakan kendaraan hanya ke satu arah tertentu. Dalam skema ini, kendaraan hanya diperbolehkan untuk bergerak searah dengan jalan tersebut, sedangkan arah sebaliknya diarahkan melalui jalan lain. Tujuan utama dari penerapan One-Way System adalah untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas dan mengurangi kemacetan dengan menghindari konflik antara kendaraan yang bergerak berlawanan arah. Penggunaan One-Way System dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

- Meningkatkan kapasitas jalan: Dengan mengarahkan semua kendaraan ke satu arah, *One-Way System* dapat meningkatkan kapasitas jalan dengan menghilangkan potensi konflik dan pertemuan langsung antara kendaraan yang bergerak berlawanan arah.
- Mengurangi waktu perjalanan: Dalam *One-Way System*, kendaraan dapat bergerak dengan lebih lancar dan tanpa henti karena tidak ada kendaraan yang berlawanan arah. Hal ini dapat mengurangi waktu perjalanan secara keseluruhan.
- Meningkatkan keamanan lalu lintas: Dengan mengurangi jumlah pertemuan antara kendaraan, risiko kecelakaan lalu lintas dapat dikurangi. Pengaturan satu arah juga dapat mempermudah pengemudi dalam mengamati dan mengambil keputusan yang tepat saat berada di jalan.

- Efisiensi transportasi umum: One-Way System dapat memberikan keuntungan khusus bagi transportasi umum seperti bus. Dengan arus lalu lintas yang searah, bus dapat bergerak lebih lancar dan lebih cepat, meningkatkan efisiensi dan daya tarik penggunaan transportasi publik.

Penerapan One-Way System harus mempertimbangkan karakteristik jalan, volume lalu lintas, serta konsultasi dengan pihak terkait seperti otoritas lalu lintas dan pemilik lahan. Studi dan analisis yang cermat diperlukan untuk memastikan bahwa pengaturan ini sesuai dengan kondisi dan kebutuhan spesifik suatu area.

2. *Flyover underpass*

Flyover dan underpass adalah dua jenis skema pengalihan lalu lintas yang umum digunakan dalam perencanaan infrastruktur jalan. Keduanya bertujuan untuk mengatasi kemacetan dan meningkatkan kelancaran lalu lintas dengan menghindari persimpangan yang berpotensi menyebabkan konflik antara kendaraan yang bergerak searah atau berlawanan.

- Flyover adalah struktur jalan yang dibangun di atas persimpangan jalan raya atau simpang jalan. Biasanya terdiri dari jembatan atau jalur yang ditinggikan sehingga kendaraan dapat melintas di atas persimpangan tanpa harus berhenti atau terlibat dalam persilangan dengan kendaraan yang bergerak di jalan lainnya. Flyover digunakan untuk mengalihkan aliran lalu lintas dari jalan utama yang memiliki volume tinggi ke jalur yang lebih cepat dan terpisah. Dengan demikian, *flyover* membantu mengurangi waktu perjalanan, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan keamanan lalu lintas.
- *Underpass*: *Underpass* adalah struktur jalan yang dibangun di bawah persimpangan atau simpang jalan. *Underpass* memungkinkan kendaraan untuk melewati persimpangan atau simpang jalan tanpa harus berinteraksi dengan kendaraan yang bergerak di atasnya. Biasanya terdapat terowongan atau jalan bawah tanah yang menghubungkan jalan-jalan yang berpotensi bersilangan. *Underpass* juga digunakan untuk mengalihkan aliran lalu lintas dari jalan utama ke jalur yang terpisah, sehingga mengurangi konflik dan kemacetan.

Baik flyover maupun underpass dapat membantu mengatasi masalah kemacetan dan meningkatkan kelancaran lalu lintas dengan menghilangkan persimpangan yang menyebabkan potensi konflik dan menghambat aliran kendaraan. Pemilihan antara flyover atau underpass tergantung pada kondisi topografi, kebutuhan volume lalu lintas, dan ruang yang tersedia dalam perencanaan infrastruktur jalan.

3. *Roundabout*

Roundabout, juga dikenal sebagai bundaran atau putaran, adalah sebuah tipe persimpangan jalan yang dirancang untuk mengatur aliran lalu lintas dengan menggunakan sirkulasi berputar di sekitar sebuah pulau tengah. Pada bundaran, kendaraan memasuki sirkulasi bundaran dan melanjutkan perjalanan melingkar searah jarum jam hingga mencapai jalan keluar yang sesuai dengan tujuan mereka. Roundabout memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari persimpangan tradisional yang menggunakan lampu lalu lintas atau stop sign, antara lain:

- Tidak ada lampu lalu lintas: Roundabout mengandalkan peraturan prioritas dari arah sebelah kanan. Kendaraan yang sudah berada di dalam bundaran memiliki prioritas, sementara kendaraan yang ingin memasuki bundaran harus memberikan jalan terlebih dahulu.
- Tidak ada persilangan tegak lurus: Bundaran tidak memiliki persilangan tegak lurus, sehingga meminimalkan risiko tabrakan frontal dan memperlancar aliran lalu lintas.
- Pusat pulau pengaturan: Di tengah bundaran terdapat pulau pengaturan yang berfungsi sebagai titik pusat sirkulasi. Pulau ini dapat berisi taman, patung, atau elemen dekoratif lainnya.

Keuntungan penggunaan roundabout meliputi:

- Mengurangi kecepatan lalu lintas: Bundaran mendorong pengemudi untuk mengurangi kecepatan saat melintasinya, yang secara efektif meningkatkan keamanan jalan.
- Meningkatkan efisiensi: Roundabout dapat meningkatkan kapasitas jalan dan mengurangi kemacetan dengan menghilangkan kebutuhan untuk lampu lalu lintas yang memperlambat aliran lalu lintas.

- Mengurangi kecelakaan: Karakteristik bundaran yang membatasi persilangan tegak lurus dan memprioritaskan arah sebelah kanan dapat mengurangi risiko kecelakaan dan dampak kecelakaan yang parah.

Namun, roundabout juga memiliki beberapa tantangan, terutama dalam hal pengaturan yang tepat dan kesesuaian dengan volume lalu lintas yang ada. Perencanaan yang cermat, desain yang baik, dan pemahaman yang kuat tentang aturan penggunaan bundaran adalah penting untuk memastikan efektivitas dan keamanan bundaran lalu lintas.

4. *Pedestrianization*

Pedestrianisasi adalah konsep dalam perencanaan perkotaan yang bertujuan untuk mengubah suatu area menjadi lebih ramah pejalan kaki dengan mengurangi atau menghilangkan kendaraan bermotor dan memberikan prioritas pada kegiatan pejalan kaki. Hal ini dilakukan dengan mengalihkan atau membatasi lalu lintas kendaraan di area tersebut dan menciptakan lingkungan yang aman, nyaman, dan berkelanjutan bagi pejalan kaki.

Beberapa langkah yang umum dilakukan dalam proses pedestrianisasi adalah:

- Penutupan jalan: Beberapa jalan atau area yang akan diperuntukkan bagi pejalan kaki dapat ditutup untuk kendaraan bermotor. Jalan-jalan tersebut biasanya diubah menjadi area pejalan kaki sepenuhnya atau hanya dapat dilalui oleh kendaraan khusus seperti sepeda.
- Pelebaran trotoar: Trotoar yang sudah ada dapat diperluas untuk memberikan ruang yang lebih luas bagi pejalan kaki. Trotoar yang lebar dapat meningkatkan kenyamanan dan keamanan pejalan kaki serta memberikan ruang untuk berbagai kegiatan publik.
- Area pejalan kaki: Area-area tertentu, seperti taman, alun-alun, atau plaza, dapat diubah menjadi area pejalan kaki yang ramah dan menarik. Area ini biasanya dilengkapi dengan fasilitas seperti bangku, taman, kafe, dan tempat-tempat berkumpul lainnya untuk meningkatkan daya tarik dan kenyamanan bagi pejalan kaki.
- Penataan ulang transportasi: Untuk mengompensasi pembatasan kendaraan bermotor, sistem transportasi alternatif seperti transportasi umum yang lebih

efisien, jalur sepeda, atau transportasi berbagi dapat ditingkatkan atau diperluas untuk memberikan pilihan yang lebih baik bagi penduduk dalam melakukan perjalanan.

Pedestrianisasi memiliki beberapa manfaat, antara lain:

- Meningkatkan kualitas hidup: Dengan memberikan prioritas pada pejalan kaki, pedestrianisasi menciptakan lingkungan yang lebih sehat, ramah, dan nyaman untuk aktivitas sehari-hari. Hal ini dapat meningkatkan kualitas hidup penduduk, mengurangi polusi udara dan kebisingan, serta meningkatkan kesehatan dengan mendorong gaya hidup aktif.
- Meningkatkan keamanan: Dengan membatasi kendaraan bermotor, pedestrianisasi mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas dan menciptakan lingkungan yang lebih aman bagi pejalan kaki, terutama anak-anak dan lanjut usia.
- Mendorong interaksi sosial: Area pejalan kaki yang ramah dapat mendorong interaksi sosial antara penduduk, meningkatkan ikatan sosial, dan menciptakan rasa komunitas yang lebih kuat.
- Mendukung ekonomi lokal: Dengan menciptakan lingkungan yang menarik dan ramah bagi pejalan kaki, pedestrianisasi dapat meningkatkan daya tarik komersial dan memfasilitasi aktivitas ekonomi lokal seperti bisnis ritel, restoran, dan tempat-tempat hiburan.

5. Traffic Signal Optimization

Optimisasi lampu lalu lintas adalah proses untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas waktu lampu lalu lintas di persimpangan jalan. Ini melibatkan analisis pola lalu lintas, volume, dan permintaan di suatu persimpangan tertentu serta penyesuaian waktu lampu lalu lintas untuk mengoptimalkan aliran lalu lintas, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan kinerja persimpangan secara keseluruhan.

Tujuan dari optimisasi lampu lalu lintas adalah meminimalkan penundaan, antrian, dan waktu tempuh bagi kendaraan sambil memastikan pergerakan lalu lintas yang aman dan efisien. Dengan menyesuaikan waktu lampu lalu lintas secara strategis, para insinyur lalu lintas bertujuan untuk memaksimalkan kapasitas dan kelancaran

lalu lintas di persimpangan, mengurangi kemungkinan kemacetan lalu lintas, dan meningkatkan aliran lalu lintas secara keseluruhan.

Proses optimisasi lampu lalu lintas biasanya melibatkan pengumpulan dan analisis data tentang volume lalu lintas, pola, dan jam sibuk. Data ini digunakan untuk menentukan waktu yang paling tepat untuk masing-masing lampu lalu lintas, termasuk waktu hijau, kuning, dan merah untuk setiap pergerakan di persimpangan. Teknologi canggih, seperti detektor dan sensor lalu lintas, mungkin digunakan untuk mengumpulkan data lalu lintas secara real-time dan menyesuaikan waktu lampu lalu lintas secara dinamis berdasarkan kondisi lalu lintas yang sebenarnya. Optimisasi lampu lalu lintas mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk jumlah lajur, pergerakan belok, arus pejalan kaki dan sepeda, serta koordinasi lampu lalu lintas di sepanjang suatu koridor. Model dan algoritma optimisasi digunakan untuk menentukan waktu lampu lalu lintas yang paling efisien, dengan memperhitungkan faktor permintaan lalu lintas, kapasitas, dan panjang antrian.

Manfaat dari optimisasi lampu lalu lintas meliputi:

- Aliran lalu lintas yang lebih baik: Dengan mengoptimalkan waktu lampu lalu lintas, kemacetan lalu lintas dapat dikurangi, dan aliran lalu lintas secara keseluruhan dapat ditingkatkan, sehingga waktu tempuh menjadi lebih singkat dan penundaan kendaraan berkurang.
- Peningkatan keamanan: Lampu lalu lintas yang teroptimasi dapat membantu mengurangi risiko kecelakaan dan konflik di persimpangan, meningkatkan keamanan secara keseluruhan bagi semua pengguna jalan, termasuk pejalan kaki dan pengendara sepeda.
- Peningkatan kapasitas: Dengan mengelola waktu lampu lalu lintas secara efektif, kapasitas persimpangan dapat ditingkatkan, memungkinkan jumlah kendaraan yang lebih besar melewati persimpangan tanpa menyebabkan kemacetan atau kebuntuan.
- Koordinasi yang lebih baik: Optimisasi lampu lalu lintas juga melibatkan koordinasi lampu lalu lintas di sepanjang suatu koridor atau jaringan persimpangan untuk memastikan kelancaran aliran lalu lintas dan mengurangi gangguan. Koordinasi ini bertujuan untuk menciptakan "gelombang hijau" di

mana kendaraan mengalami sedikit henti di persimpangan berurutan, mengurangi penundaan dan meningkatkan efisiensi perjalanan.

Secara keseluruhan, optimisasi lampu lalu lintas memainkan peran penting dalam mengelola lalu lintas perkotaan dan memaksimalkan efisiensi jaringan jalan. Ini membutuhkan kombinasi analisis data, keahlian teknik, dan teknologi canggih untuk menentukan waktu lampu lalu lintas yang paling efektif yang dapat mengurangi kemacetan, meningkatkan keamanan, dan meningkatkan kualitas keseluruhan sistem transportasi.

6. Carpooling and Ridesharing

Carpooling dan ridesharing adalah konsep di mana beberapa orang berbagi satu kendaraan untuk perjalanan yang sama atau searah. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi jumlah kendaraan yang beroperasi di jalan, mengurangi kemacetan, dan mengurangi dampak lingkungan dari transportasi individu.

- **Carpooling:** Carpooling melibatkan penggunaan satu kendaraan oleh beberapa orang yang memiliki tujuan atau rute perjalanan yang serupa. Biasanya, orang-orang yang terlibat dalam carpooling adalah rekan kerja, tetangga, atau teman yang tinggal atau bekerja di daerah yang sama. Dengan carpooling, mereka dapat berbagi biaya bahan bakar, biaya parkir, dan biaya perjalanan lainnya. Carpooling juga dapat mengurangi lalu lintas dengan mengurangi jumlah kendaraan di jalan.
- **Ridesharing:** Ridesharing, atau sering disebut juga sebagai "ride-hailing" atau "ride-sharing", melibatkan penggunaan aplikasi perjalanan berbasis smartphone untuk menghubungkan pengemudi yang sedang menuju ke suatu tempat dengan penumpang yang ingin pergi ke tujuan yang sama atau searah. Dalam ridesharing, pengemudi yang menggunakan kendaraan pribadi mereka berfungsi sebagai pengemudi dan penumpang membayar biaya perjalanan kepada mereka. Ridesharing memungkinkan orang untuk berbagi biaya perjalanan, mengurangi kebutuhan akan kendaraan pribadi, dan memanfaatkan kapasitas yang ada pada kendaraan yang sudah beroperasi di jalan.

Keuntungan dari carpooling dan ridesharing meliputi:

- Mengurangi kemacetan lalu lintas: Dengan mengurangi jumlah kendaraan di jalan, carpooling dan ridesharing dapat membantu mengurangi kemacetan lalu lintas di perkotaan, mengurangi waktu tempuh, dan meningkatkan kelancaran lalu lintas.
- Mengurangi polusi udara: Dengan mengurangi jumlah kendaraan yang beroperasi, carpooling dan ridesharing dapat membantu mengurangi emisi gas buang dan polusi udara, yang berkontribusi pada perlindungan lingkungan dan kualitas udara yang lebih baik.
- Menghemat biaya perjalanan: Dengan berbagi biaya perjalanan seperti bahan bakar, biaya parkir, dan biaya tol, carpooling dan ridesharing dapat menghemat uang bagi peserta yang terlibat.
- Meningkatkan keterhubungan sosial: Carpooling dan ridesharing juga dapat meningkatkan interaksi sosial antara pengemudi dan penumpang, memungkinkan mereka untuk berbagi cerita, pengalaman, dan membangun jaringan sosial baru.

Namun, carpooling dan ridesharing juga dapat memiliki beberapa tantangan, seperti kesesuaian jadwal, kepercayaan, dan keamanan. Oleh karena itu, pengembangan teknologi dan aplikasi cerdas telah memainkan peran penting dalam memfasilitasi dan meningkatkan kenyamanan serta keamanan dalam praktik carpooling dan ridesharing.

II.12 Analisis Lalu Lintas

Analisis lalu lintas dilakukan dengan skema pengalihan lalu lintas secara menyeluruh dimulai dengan analisis mendalam terhadap pola pergerakan kendaraan, titik-titik kemacetan, dan penyebab masalah lalu lintas di wilayah atau persimpangan yang menjadi fokus. Data lalu lintas seperti volume, kepadatan, dan kecepatan rata-rata digunakan untuk mengidentifikasi area yang paling membutuhkan pengalihan lalu lintas. (Institute of Transportation Engineers, 2016).

Analisis lalu lintas adalah proses pengumpulan, pemodelan, dan evaluasi data terkait dengan pergerakan kendaraan dan manusia di jalan raya. Tujuan utama dari analisis lalu lintas adalah untuk memahami pola lalu lintas, mengidentifikasi permasalahan yang

mungkin terjadi, dan mengembangkan solusi yang efektif untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas.

Proses analisis lalu lintas melibatkan beberapa langkah, antara lain:

1. Pengumpulan Data: Data lalu lintas diperlukan untuk memahami kondisi saat ini dan mengidentifikasi masalah. Data dapat berupa volume lalu lintas (jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada waktu tertentu), kecepatan kendaraan, waktu tempuh, pola pergerakan, dan informasi lain yang relevan. Data dapat dikumpulkan menggunakan berbagai metode, termasuk pengamatan langsung, penggunaan perangkat pengukuran lalu lintas otomatis, atau data yang tersedia dari lembaga terkait.
2. Pemodelan Lalu Lintas: Data yang dikumpulkan kemudian dimodelkan untuk menggambarkan kondisi lalu lintas saat ini. Pemodelan lalu lintas dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak simulasi lalu lintas seperti VISSIM, SYNCHRO, atau PTV Vissim. Model ini menggambarkan interaksi antara kendaraan, persimpangan, dan infrastruktur jalan, dan dapat digunakan untuk memprediksi kinerja lalu lintas di berbagai skenario.
3. Evaluasi Kinerja: Model lalu lintas digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem lalu lintas saat ini. Metrik yang umum digunakan meliputi kecepatan rata-rata, waktu tunggu, kepadatan lalu lintas, efisiensi jaringan, dan tingkat pelayanan. Dengan membandingkan hasil simulasi dengan standar atau target yang ditetapkan, permasalahan dan area perbaikan dapat diidentifikasi.
4. Identifikasi Permasalahan: Analisis lalu lintas membantu mengidentifikasi permasalahan yang mungkin terjadi dalam sistem lalu lintas, seperti kemacetan, kecelakaan lalu lintas, waktu tempuh yang tinggi, atau ketidakseimbangan kapasitas jalan. Dengan memahami akar penyebab masalah, solusi yang tepat dapat dikembangkan.
5. Pengembangan Solusi: Setelah permasalahan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengembangkan solusi yang efektif. Solusi dapat melibatkan perubahan geometri jalan, perubahan skema pengalihan lalu lintas, penambahan infrastruktur transportasi seperti jembatan atau flyover, perubahan regulasi lalu lintas, atau

penggunaan teknologi lalu lintas cerdas seperti pengaturan lampu lalu lintas adaptif atau sistem manajemen lalu lintas terintegrasi.

6. **Evaluasi Solusi:** Setelah solusi diimplementasikan, langkah terakhir adalah melakukan evaluasi untuk melihat efektivitasnya. Evaluasi dapat dilakukan dengan mengumpulkan data lalu lintas setelah implementasi solusi, seperti volume lalu lintas, kecepatan rata-rata, waktu tunggu, dan tingkat kepadatan. Perbandingan antara kondisi sebelum dan setelah implementasi solusi dapat membantu dalam menilai apakah solusi tersebut berhasil mengurangi kemacetan dan meningkatkan kelancaran lalu lintas.

Selain itu, evaluasi solusi juga dapat melibatkan umpan balik dari pengguna jalan, pemangku kepentingan, dan masyarakat umum. Pendapat mereka tentang perubahan yang terjadi setelah implementasi solusi juga dapat memberikan wawasan berharga tentang keberhasilan solusi tersebut.

Seluruh proses analisis lalu lintas dan evaluasi solusi dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan efisiensi sistem transportasi. Dengan pemahaman yang baik tentang kondisi lalu lintas, faktor yang mempengaruhi lalu lintas, dan efektivitas solusi yang diusulkan, keputusan perencanaan dan pengelolaan lalu lintas dapat dibuat berdasarkan data dan analisis yang lebih terperinci, menghasilkan sistem transportasi yang lebih efisien dan lancar.

II.13 Identifikasi Jalur Alternatif

Menurut H. Yang, P. Liu, dan Y. Wang (2018) Setelah analisis, jalur alternatif harus diidentifikasi. Ini melibatkan pemetaan jalur yang ada, evaluasi potensi perluasan atau perbaikan jalur, dan pengembangan rute baru yang mungkin diperlukan untuk mengalihkan lalu lintas dari jalur utama. Pemilihan jalur alternatif harus mempertimbangkan kecepatan, kapasitas, keamanan, dan dampaknya terhadap wilayah sekitar.

Identifikasi jalur alternatif dapat dilakukan dengan beberapa cara. Berikut adalah beberapa metode umum yang digunakan:

1. **Analisis peta dan data jalan:** Menggunakan peta dan data jalan yang tersedia, Anda dapat melihat jaringan jalan yang ada dan mencari jalur alternatif yang mungkin.

Faktor-faktor seperti jarak, waktu tempuh, dan kondisi jalan dapat dipertimbangkan dalam menentukan jalur alternatif yang potensial.

2. Penggunaan teknologi navigasi: Aplikasi navigasi atau sistem GPS dapat membantu mengidentifikasi jalur alternatif berdasarkan informasi lalu lintas real-time. Teknologi ini dapat memberikan saran rute yang lebih cepat atau lebih efisien berdasarkan data lalu lintas saat itu.
3. Observasi lapangan: Melakukan observasi langsung di jalan dapat membantu mengidentifikasi jalur alternatif yang tidak terlihat melalui peta atau data. Dengan mengamati arus lalu lintas, pola pergerakan kendaraan, dan kemacetan pada jalur utama, Anda dapat mencari rute alternatif yang lebih lancar.
4. Konsultasi dengan ahli lalu lintas: Mengajukan pertanyaan atau berkonsultasi dengan ahli lalu lintas dapat memberikan wawasan tentang jalur alternatif yang mungkin ada. Mereka dapat memiliki pengetahuan yang mendalam tentang jaringan jalan dan pola lalu lintas di area tertentu.
5. Mengumpulkan umpan balik pengguna jalan: Mendengarkan pengalaman dan umpan balik pengguna jalan yang sering melewati area tersebut dapat memberikan informasi berharga tentang jalur alternatif yang efektif. Dapat dilakukan melalui survei atau platform online yang memungkinkan pengguna jalan untuk berbagi pengalaman mereka.

Penting untuk mencatat bahwa identifikasi jalur alternatif harus memperhatikan berbagai faktor seperti keamanan, kepadatan lalu lintas di jalur tersebut, aksesibilitas, dan preferensi pengguna jalan. Pilihan jalur alternatif harus disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan perjalanan masing-masing individu.

II.14 Pengalihan Lalu Lintas

Setelah jalur alternatif ditentukan, pengalihan lalu lintas dilakukan dengan mengatur rambu lalu lintas, tanda pengarah, dan sistem navigasi yang jelas untuk mengarahkan pengguna jalan ke jalur alternatif. Komunikasi yang efektif dengan pengguna jalan melalui media sosial, papan pengumuman, atau aplikasi navigasi juga penting untuk memberikan informasi tentang jalur alternatif dan perubahan lalu lintas (A. Jain, M. Verma, dan A. Verma, 2019).

Pengalihan lalu lintas adalah strategi yang digunakan untuk mengubah atau mengalihkan aliran kendaraan dari jalur utama atau bundaran tertentu ke jalur alternatif. Tujuan dari pengalihan lalu lintas adalah untuk mengurangi kemacetan, meningkatkan kelancaran lalu lintas, dan memperbaiki efisiensi perjalanan. Pengalihan lalu lintas dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:

1. Skema pengalihan dengan menggunakan rambu-rambu dan marka jalan: Pemerintah atau otoritas lalu lintas dapat mengatur skema pengalihan dengan mengatur rambu-rambu dan marka jalan yang mengarahkan kendaraan ke jalur alternatif. Hal ini dapat dilakukan dengan memasang rambu pengalihan atau marka jalan yang jelas menunjukkan jalur yang harus diikuti oleh kendaraan.
2. Pembatasan akses: Dalam situasi tertentu, otoritas lalu lintas dapat membatasi akses kendaraan ke jalur utama atau bundaran tertentu, sehingga mendorong pengguna jalan untuk mencari jalur alternatif. Misalnya, penggunaan sistem ganjil-genap atau pembatasan akses kendaraan pribadi di wilayah tertentu.
3. Pengaturan waktu lampu lalu lintas: Otoritas lalu lintas dapat mengatur waktu lampu lalu lintas di persimpangan tertentu untuk memberikan prioritas pada jalur alternatif. Dengan memberikan waktu yang lebih lama untuk jalur alternatif, kendaraan akan didorong untuk menggunakan jalur tersebut.
4. Pemberian insentif: Otoritas lalu lintas dapat memberikan insentif bagi pengguna jalan yang menggunakan jalur alternatif, seperti tarif tol yang lebih rendah atau keuntungan lainnya. Hal ini bertujuan untuk mendorong pengguna jalan untuk memilih jalur alternatif yang lebih efisien.

Pengalihan lalu lintas perlu dianalisis secara matang dan dilakukan dengan perencanaan yang baik. Pemilihan jalur alternatif harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak, waktu tempuh, kondisi jalan, dan kemampuan jalur alternatif tersebut untuk menampung volume kendaraan yang dialihkan. Dalam banyak kasus, analisis menggunakan model simulasi seperti VISSIM dapat membantu dalam mengoptimalkan skema pengalihan lalu lintas untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan kelancaran lalu lintas.

II.15 Evaluasi dan Pemantauan

Dalam ITE (Institute of Transportation Engineers) (2019) setelah skema pengalihan dilaksanakan, evaluasi secara berkala dilakukan untuk mengevaluasi efektivitasnya. Data

lalu lintas terus dipantau untuk melihat perubahan dalam aliran lalu lintas, waktu perjalanan, dan kepuasan pengguna jalan. Jika diperlukan, penyesuaian dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja skema pengalihan.

Evaluasi dan pemantauan merupakan langkah penting dalam analisis skema pengalihan lalu lintas. Setelah skema pengalihan lalu lintas diterapkan, perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja skema tersebut dan pemantauan terhadap perubahan yang terjadi dalam lalu lintas. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas skema pengalihan lalu lintas, mengidentifikasi permasalahan yang muncul, dan mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan.

Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam evaluasi dan pemantauan skema pengalihan lalu lintas:

1. Pemantauan volume lalu lintas: Melakukan pemantauan terhadap volume lalu lintas di jalur utama dan jalur alternatif untuk memahami perubahan yang terjadi setelah penerapan skema pengalihan. Data volume lalu lintas dapat dikumpulkan melalui pengukuran langsung, penggunaan sensor lalu lintas, atau analisis dari data lalu lintas yang sudah ada.
2. Pemantauan kecepatan lalu lintas: Memantau kecepatan lalu lintas di jalur utama dan jalur alternatif untuk mengevaluasi apakah skema pengalihan lalu lintas berhasil meningkatkan kelancaran perjalanan. Data kecepatan lalu lintas dapat dikumpulkan melalui penggunaan sensor lalu lintas atau teknologi pemantauan lainnya.
3. Analisis waktu tempuh: Mengukur waktu tempuh rata-rata di jalur utama dan jalur alternatif untuk melihat perbedaan sebelum dan setelah penerapan skema pengalihan lalu lintas. Jika waktu tempuh rata-rata mengalami peningkatan, maka perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap skema pengalihan yang diterapkan.
4. Survei kepuasan pengguna jalan: Melakukan survei kepada pengguna jalan untuk mendapatkan umpan balik mengenai skema pengalihan lalu lintas yang diterapkan. Survei ini dapat memberikan informasi penting tentang kepuasan pengguna jalan, permasalahan yang dialami, dan saran perbaikan yang dapat dilakukan.
5. Identifikasi permasalahan dan perbaikan: Menganalisis data yang dikumpulkan dan umpan balik dari pengguna jalan untuk mengidentifikasi permasalahan yang

muncul dan mencari solusi perbaikan yang sesuai. Perbaikan dapat berupa penyesuaian skema pengalihan, penambahan fasilitas lalu lintas, perbaikan geometri jalan, atau tindakan lain yang diperlukan.

6. **Monitoring berkelanjutan:** Melakukan pemantauan secara berkelanjutan terhadap lalu lintas setelah perbaikan dilakukan untuk memastikan efektivitasnya. Monitoring yang berkelanjutan akan membantu dalam mengidentifikasi perubahan tren lalu lintas dan mengambil tindakan yang diperlukan jika permasalahan baru muncul.

Evaluasi dan pemantauan yang baik akan membantu dalam mengoptimalkan skema pengalihan lalu lintas, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan kelancaran lalu lintas secara berkelanjutan.

II.16 Aplikasi Vissim

Aplikasi VISSIM (Visual Simulation of Traffic) adalah perangkat lunak simulasi lalu lintas yang digunakan untuk menganalisis, merencanakan, dan mengoptimalkan sistem transportasi. Aplikasi ini memberikan pemodelan yang realistis tentang lalu lintas jalan raya dan memungkinkan pengguna untuk menguji berbagai skenario lalu lintas.

VISSIM adalah perangkat lunak simulasi lalu lintas yang dikembangkan oleh perusahaan PTV Group. Dengan menggunakan model matematis dan simulasi komputer, VISSIM dapat mereplikasi perilaku kendaraan, pengaturan lampu lalu lintas, dan interaksi antar pengguna jalan. Aplikasi ini memungkinkan para profesional di bidang transportasi untuk memprediksi dan menganalisis kinerja lalu lintas, mengoptimalkan waktu perjalanan, mengidentifikasi kemacetan, dan merencanakan perubahan infrastruktur jalan yang lebih efisien.

II.16.1 Fungsi Aplikasi VISSIM

Aplikasi VISSIM memiliki beberapa fungsi yaitu:

1. Waktu tempuh, kecepatan rata-rata, dan tundaan.
2. **Merencanakan dan Mendesain:** Aplikasi ini dapat digunakan untuk merencanakan dan mendesain sistem transportasi yang efisien, termasuk penempatan lampu lalu lintas, perubahan geometri jalan, dan desain simpul-simpul jalan.

3. Simulasi Skenario: VISSIM memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan dan menguji berbagai skenario lalu lintas, seperti penambahan jalur, perubahan pola pengaturan lampu lalu lintas, atau pengaruh perubahan permukaan jalan.
4. Evaluasi Kinerja: Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem transportasi yang ada dan membandingkan efektivitas solusi alternatif.
5. Pengoptimalan Sinyal Lalu Lintas: VISSIM dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengaturan sinyal lalu lintas, mengurangi tundaan, meningkatkan kecepatan, dan mengurangi kemacetan.

II.16.2 Fitur-Fitur Aplikasi VISSIM

1. Pemodelan Kendaraan: VISSIM menyediakan berbagai jenis kendaraan dan karakteristiknya, seperti jenis, ukuran, kecepatan, dan perilaku mengemudi.
2. Pemodelan Infrastruktur Jalan: Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memodelkan jalan raya, simpul-simpul jalan, persimpangan, dan rambu lalu lintas.
3. Pengaturan Sinyal Lalu Lintas: VISSIM memungkinkan pengguna untuk menentukan pengaturan lampu lalu lintas, termasuk waktu hijau, waktu merah, dan fase lintasan.
4. Pemantauan Lalu Lintas Real-Time: Aplikasi ini dapat menggabungkan data lalu lintas real-time untuk memperoleh hasil yang lebih akurat
5. Analisis Kecepatan dan Waktu Tempuh: VISSIM dapat memberikan analisis terperinci tentang kecepatan rata-rata kendaraan, waktu tempuh, dan tundaan di berbagai segmen jalan.
6. Interaksi Kendaraan: Aplikasi ini memperhitungkan interaksi antara kendaraan, termasuk perubahan jalur, manuver, dan pola perilaku yang realistis.
7. Simulasi Kontrol Lalu Lintas Adaptif: VISSIM dapat digunakan untuk mensimulasikan dan menguji sistem pengaturan lalu lintas adaptif yang menggunakan informasi lalu lintas real-time untuk mengoptimalkan aliran kendaraan.
8. Analisis Keberlanjutan: Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis dampak lingkungan dan keberlanjutan dengan memperhitungkan emisi kendaraan, konsumsi bahan bakar, dan pola perjalanan.

9. Visualisasi 3D: VISSIM menyediakan visualisasi 3D yang memungkinkan pengguna untuk melihat lalu lintas dalam mode simulasi secara real-time.

II.17 Studi Terdahulu

II.17.1 Tinjauan Kinerja Bundaran Tiga Lengan Dengan Simulasi Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Bundaran Patung Tololiu Kota Tomohon.

Sistem Transportasi adalah urat nadi suatu wilayah bahkan menjadi tolok ukur kemajuan pembangunan suatu daerah, oleh karena pertumbuhan sistem transportasi biasanya berbanding lurus dengan pertumbuhan sendi masyarakat lainnya, seperti ekonomi, sosial, budaya, politik dan kependudukan, sehingga sistem transportasi menjadi modal yang menentukan perkembangan suatu wilayah. Sistem transportasi yang baik dapat menjamin mobilitas barang, jasa dan user yang efektif, efisien, aman, nyaman, terpadu, dan berkelanjutan.

Pada jam-jam tertentu, traffic-flow yang melewati bundaran tersebut menimbulkan antrian kendaraan yang menyebabkan kemacetan sehingga mempengaruhi kinerja bagian jaringan bundaran. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja bundaran patung Tololiu Tomohon adalah: Kapasitas, derajat kejenuhan dan delay, dimana pada jam tertentu sering terjadi kemacetan karena kapasitas jalan tidak bisa menampung volume kendaraan (overload), hambatan samping, landcuse yang masih memerlukan kajian, area sekitar bundaran yang semakin dipadati perkantoran, pertokoan dan pusat kuliner

Dengan melihat Analisa data di atas dan permasalahan yang timbul akibat pertumbuhan sosial ekonomi masyarakat yang tidak terhindarkan

	08	09	10	11	12	13	14	15	2016	2017	2018
HV	18	14	19	28	44	21	53	90	190	1.669	2.142
LV	32	43	46	35	31	33	59	127	242	1.428	1.491
MC	592	589	702	966	710	312	746	1.470	2.436	7.378	5.757
TOTAL											29.513

II.17.2 Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta

Sistem lampu lalu lintas merupakan salah satu cara untuk mengatur lalu lintas di suatu simpang supaya menciptakan sistem pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur, sehingga dapat meningkatkan kapasitas simpang dalam melayani arus lalu lintas, dan mengurangi tingkat kecelakaan dan tundaan lalu lintas yang efektif dan murah dibandingkan pengaturan manual (Munawar 2004). Masalah pada simpang berlampu adalah terjadinya antrian yang mengakibatkan terjadinya tundaan kendaraan pada masing-masing lengan simpang dengan volume yang berbeda (Darma, 1997; Jauwahir, 2000). Perhitungan arus jenuh dengan metode MKJI (1997) ternyata tidak sesuai dengan kondisi nyata di lapangan (Widodo 1997). Nilai arus jenuh yang digunakan sebagai landasan dalam hitungan kapasitas jalan pada MKJI (1997) adalah lebar lajur dan nilai konstanta.

Panjang antrian adalah jumlah dari kendaraan yang tersisa pada fase sebelumnya (NQ1) dengan jumlah kendaraan yang datang pada saat lampu merah (NQ2). Contoh perhitungan jumlah kendaraan tersisa (NQ1) dan jumlah kendaraan yang datang pada fase merah berikutnya (NQ2) menggunakan persamaan 4 dan 6 untuk lengan selatan pada waktu observasi pagi pukul 06.30-07.30 WIB sebagai berikut:

Waktu (WIB)	Arus Jenuh Dasar (smp/jam)	Faktor Koreksi						Arus Jenuh Terkoreksi (smp/jam)
		F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	
06.30-07.30	3870	1	0,91	1	0,76	1,04	1	2775
06.45-07.45	3870	1	0,91	1	0,76	1,04	1	2791
07.00-08.00	3870	1	0,91	1	0,76	1,04	1	2788
07.15-08.15	3870	1	0,91	1	0,76	1,05	1	2801
07.30-08.30	3870	1	0,93	1	0,76	1,03	1	2830
07.45-08.45	3870	1	0,91	1	0,76	1,05	1	2804
08.00-09.00	3870	1	0,93	1	0,76	1,06	1	2888
08.15-09.15	3870	1	0,93	1	0,76	1,04	1	2846
08.30-09.30	3870	1	0,91	1	0,76	1,06	1	2830

II.17.2 Evaluasi Rekayasa Lalu Lintas Di Bundaran Lalu Lintas (Studi Kasus: Bundaran Lalu Lintas Patung Sam Ratulangi

Semakin besarnya volume pertumbuhan lalu lintas, persimpangan di bundaran patung Sam Ratulangi tidak lagi mampu menampung arus kendaraan yang melintasinya. Kondisi ini menimbulkan antrian kendaraan yang panjang di bundaran tersebut terutama saat jam sibuk. Ini berarti terjadi tundaan pada kendaraan yang dapat mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan simpang. Berbagai cara telah dilakukan oleh pihak kepolisian untuk mengurai kemacetan tersebut seperti penertiban lalu lintas, memasang plastic road barrier di jalan Bethesda, dan melakukan rekayasa lalu-lintas dengan melakukan pengalihan arus lalu lintas dari Jl. Sam Ratulangi (arah Wanea Plasa) yang akan menuju Jl. Bethesda harus melalui Jl. Sam Ratulangi (arah Ranotana). Penelitian ini mengevaluasi keefektifan rekayasa lalu lintas pada bundaran Patung Sam Ratulangi khususnya penutupan jalur. Berdasarkan latar belakang pemikiran diatas, dilakukan penelitian dengan judul: Evaluasi Rekayasa Lalu Lintas di Bundaran Lalu Lintas Patung Sam Ratulangi”

Derajat kejenuhan bagian jalinan AB pada hari Senin, Rabu dan Sabtu sebelum dilakukan penutupan jalur 0.732, 0.661, dan 0.538, sedangkan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu setelah dilakukan penutupan jalur nilai derajat kejenuhan turun menjadi 0.595, 0.574 dan 0.430.

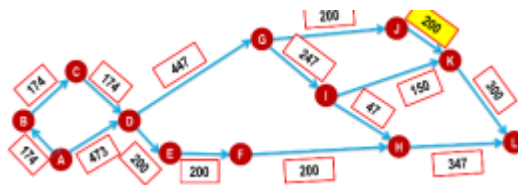
<i>DT_k Sebelum penutupan jalur</i>			<i>DT_k Sesudah penutupan jalur</i>		
Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
30.71	8.26	7.07	21.26	18.32	11.22

II.17.4 Implementasi Topological Sort Dalam Pengalihan Arus Kendaraan Untuk Mengatasi Problem Kemacetan Lalu Lintas (Studi Kasus Jalan-jalan Besar Di Sekitar Man 2 Malang Sampai Mall Dinoyo City)

Salah satu alternatif untuk menghindari terjadinya kemacetan adalah dengan mengalihkan arus lalu lintas dari jalan yang padat kendaraan menuju jalan yang tidak padat kendaraan. Pengalihan arus lalu lintas ini harus dilakukan secara cermat agar tidak menyebabkan kemacetan di tempat yang lain. Oleh karena itu dibutuhkan suatu algoritma yang efektif sehingga jumlah kendaraan yang ada di suatu jalan sesuai dengan kapasitas jalan tersebut. Artikel ini membahas tentang salah satu aplikasi dari teori graf yaitu algoritma

topological sort. Algoritma ini dapat digunakan untuk mengalihkan arus lalu lintas secara efektif sehingga kemacetan dapat diminimalisir. Tujuan dari algoritma ini adalah untuk mendistribusikan kembali kendaraan yang bergerak dari titik asal menuju titik tujuan sehingga setiap ruas jalan dapat menampung kendaraan sesuai dengan jumlah kapasitasnya.

Algoritma topological sort secara teori terbukti dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam menyelesaikan problem kemacetan lalu lintas. Dalam bentuk riil-nya dibutuhkan penelitian lebih lanjut agar manfaatnya dapat diakses oleh setiap pengguna jalan.



II.17.5 Evaluasi Rekayasa Pengalihan Arus Lalu Lintas Penggantian Jembatan Kedungasem Kota Probolinggo

Secara teoritis transportasi merupakan kebutuhan tambahan tetapi harus ada untuk menunjang kebutuhan utama. Transportasi menjadi bagian tak terpisahkan dalam penyusunan tata guna lahan suatu kota. Pembebanan lalu lintas baru akibat pembangunan tersebut secara langsung akan membawa dampak terhadap penurunan kinerja jaringan jalan di sekitar lokasi pembangunan. Secara teoritis transportasi merupakan kebutuhan tambahan tetapi harus ada untuk menunjang kebutuhan utama.

Tujuan utama yang ingin dicapai dalam penanganan dampak ini agar kelancaran dan keselamatan lalu lintas tetap terjaga. Memperhatikan segala aspek di atas, maka terhadap Pembangunan Jembatan Kedungasem perlu dilakukan analisis dampak lalu lintas dan pengalihan rute arus lalu lintas.

Dari hasil analisis kinerja bundaran pada tahun 2021 saat perbaikan jembatan menunjukkan bahwa bundaran pada lokasi studi memiliki kinerja menurun, dimana hal ini dapat dibuktikan dengan melihat nilai derajat kejenuhan sebagai parameter kinerja lalu lintas (degree of saturation, DS) pada semua jalinan yang memiliki nilai DS di atas nilai 0.75 dan beberapa di atas 1.00. Kinerja menurun semua jalinan disebabkan ada penambahan kendaraan dari pengguna yang sebelumnya melalui ruas Jl KH Hasan

Genggong memilih rute alternatif lain dimana hampir semua alternatif terhubung dengan bundaran karena ada perbaikan jembatan

Hari	Periode	Pendekat	Bagian Jalinan	Total Volume (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	DS
						Q/C
Selasa	Pagi	A (Slamet Riyadi)	A-B	2197	2136	1.029
		B (HOS Cokroaminoto)	B-C	2266	1537	1.474
		C (KH Wahid Hasyim)	C-D	1660	1782	0.932
		D (Mastrip)	D-A	2154	1894	1.137
	Sore	A (Slamet Riyadi)	A-B	2346	2045	1.147
		B (HOS Cokroaminoto)	B-C	1642	1578	1.041

		C (KH Wahid Hasyim)	C-D	1908	1862	1.025
		D (Mastrip)	D-A	2145	1902	1.128
Sabtu	Pagi	A (Slamet Riyadi)	A-B	2323	2142	1.085
		B (HOS Cokroaminoto)	B-C	3150	1542	2.043
		C (KH Wahid Hasyim)	C-D	1370	1782	0.769
		D (Mastrip)	D-A	2265	1887	1.200
	Sore	A (Slamet Riyadi)	A-B	1603	2072	0.774
		B (HOS Cokroaminoto)	B-C	1683	1554	1.083
		C (KH Wahid Hasyim)	C-D	2035	1853	1.098
		D (Mastrip)	D-A	1547	1925	0.804

II.17.6 Study Analisa Volume Kendaraan Pada Simpang Bersinyal Di Perempatan Alun Alun Kota Kediri

Sarana transportasi yang memadai sangat berpengaruh bagi perekonomian. Salah satu persimpangan di kota Kediri dikendalikan dengan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) Di trafficlight alun alun Kota Kediri bisa dibilang jalur yg rawan akan kemacetan sehingga alangkah baik atau efisiensi jika dibelakukan pengaturan lalu lintas yang tertib. sehingga pada jam kerja lalu-lintas transportasi pada jalan tersebut sangat padat , maka kiranya penanganan yang serius dari pihak Pemerintah Kota Kediri, utamanya memberi kenyamanan terhadap pemakai jalan pada umumnya.

Berdasarkan pengolahan analisa diatas dengan mengacu pada kondisi eksisting tahun 2015, arus yang terjadi pada pendekat selatan menunjukkan angka yang kecil. Untuk Nilai DS yang diperoleh pada waktu jam puncak pagi yaitu pendekat utara= $0,045 < 0,75$ (tidak jenuh), pendekat Selatan = $0,614 < 0,75$ (tidak jenuh), Pendekat timur = $0,655 < 0,75$ (tidak jenuh), Pendekat barat = $0,745 < 0,75$ (jenuh). Sedangkan untuk Nilai DS yang

diperoleh pada waktu jam puncak sore yaitu pendekat utara = $0,064 > 0,75$ (jenuh), Pendekat Selatan = $0,901 < 0,75$ (jenuh), Pendekat Timur = $0,834 < 0,75$ (jenuh), Pendekat barat = $0,694 > 0,75$ (jenuh). Simpang bersinyal jalan PB Sudirman , Jl Brigjen Katamso < jl Bandar Ngalim , Jl Sersan Suharmaji tersebut mempunyai permasalahan, yaitu masih belum baiknya kinerja simpang pada waktu jam puncak pagi,siang dan sore.

II.17.7 Meningkatkan Kinerja Bundaran Kelapa Gading Dengan Simpang Bersinyal Menggunakan Software Ptv Vissim Student Version

Persimpangan bundaran Kelapa Gading, Jakarta Utara merupakan salah satu persimpangan simpang tak bersinyal dengan bundaran. Kondisi lalu lintas yang mempunyai kepadatan disetiap lengannya, memicu terjadinya kemacetan lalu lintas pada jam-jam sibuk. Pada penelitian ini akan disajikan analisis kinerja pada Bundara Kelapa Gading. Data primer meliputi geometrik, kondisi lingkungan, arus lalu lintas dan peta lokasi. Sedangkan data sekunder meliputi jumlah penduduk dan pertumbuhan kendaraan di Provinsi DKI Jakarta. Metode penelitian menggunakan rumusan yang terdapat pada panduan MKJI tahun 1997 serta pemodelan menggunakan software Vissim Student Version.

Bagian Jalinan	NQ _{MAX}	W _{MASUK}	Panjang Antrian (QL)
AB	186.7	10.5	356
BC	106	7	303
CD	103	14	147
DA	180	14	114

(Sumber: Olah Data Penelitian 2021)

II.17.8 Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal

Simpang merupakan titik bertemunya arus kendaraan dari beberapa ruas jalan yang berbeda, simpang dan sebagai tempat kendaraan melakukan perubahan arah pergerakan lalu lintas, untuk itu perlu dilakukan evaluasi kinerja simpang untuk mendapatkan gambaran kondisi simpang saat ini, yaitu dengan meneliti volume lalu lintas. Sehingga bisa didapatkan solusi untuk pemecahan masalah tersebut. Dalam penelitian ini, digunakan simulasi lalu lintas dengan software Vissim, dengan rencana pengambilan data primer berupa survei yang dilaksanakan selama dua hari pada jam sibuk

Hasil perhitungan menggunakan rumus Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 pada kondisi eksisting. Waktu siklus yang terlalu panjang mempengaruhi kapasitas pada simpang, sehingga meningkatkan derajat kejenuhan, menambah panjang antrian dan tundaan. Setelah dilakukan simulasi dengan kondisi yang sama hasil simulasi pada software Vissim sangat berbeda jauh dengan hasil perhitungan MKJI hal itu bisa disebabkan oleh perbedaan



II.17.9 Skema Penanganan Lalu Lintas Dikawasan Suci Besakih Kabupaten Karangasem

Kawasan Pura Agung Besakih yang terletak di Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali, merupakan Kawasan Suci bagi Umat Hindu, sehingga seluruh masyarakat yang beragama Hindu berbondong-bondong mengunjungi Pura Agung Besakih untuk melaksanakan ibadah keagamaan. Hal ini menyebabkan sirkulasi kendaraan dan lalu lintas yang menuju Pura Agung Besakih mengalami permasalahan. Maka diperlukannya pengidentifikasian terkait kinerja lalu lintas di Kawasan Suci Besakih, untuk mengusulkan skema penanganan lalu lintas yang tepat. Agar dapat mengetahui perbandingan sebelum dan sesudah diadakannya skema penanganan lalu lintas di Kawasan Suci Besakih. Pada tahap perhitungan kinerja jaringan jalan eksisting maupun skema penanganan lalu lintas usulan, aspek yang dikaji meliputi kecepatan rata-rata jaringan, waktu tempuh perjalanan, dan panjang perjalanan yang menjadi pembanding antara kinerja jaringan jalan eksisting maupun skema penanganan lalu lintas yang diusulkan. Hasil skema penanganan lalu lintas ketiga didapatkan kecepatan jaringan jalan meningkat menjadi 30 km/jam, jarak perjalanan sebesar 2441 kend.jam, dan waktu perjalanan menurun menjadi 82 kend.jam. Pada penelitian ini diketahui kinerja lalu lintas saat ini (eksisting) meliputi hasil analisis kinerja ruas jalan, analisis kinerja persimpangan, dan analisis parkir. Kemudian dari hasil analisis tersebut dilanjutkan dengan distribusi perjalanan pada Kawasan Suci Besakih

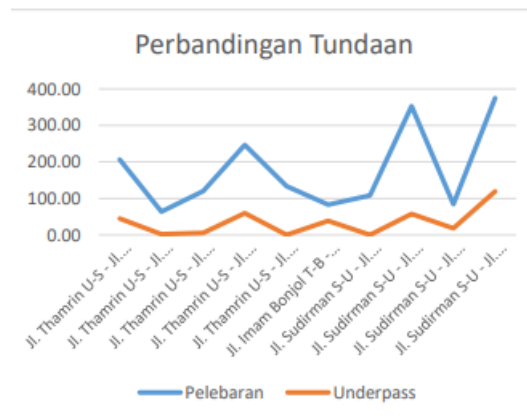
yang berguna untuk di-input pada vehicle routing di software Vissim dengan satuan kendaraan/jam

Zona	1	2	3	4	Pj
1	0	52	34	344	430
2	208	0	416	2730	3354
3	37	141	0	548	726
4	136	1340	122	0	1598
Aj	381	1533	572	3622	6108

II.17.10 Proyeksi Kinerja Tundaan Pada Bundaran Monumen Selamat Datang, Jakarta

Kepadatan atau kemacetan di DKI Jakarta merupakan isu yang sampai saat ini belum terselesaikan. Penelitian ini dilakukan untuk melihat tundaan yang terjadi di bundaran tersebut. PTV VISSIM melakukan simulasi dengan memasukkan data volume kendaraan dan lainnya.

Untuk tundaan antara pelebaran dan underpass dengan pertumbuhannya 1% dengan proyeksi sampai lima tahun kedepan maka didapat rata-rata tundaan yang lebih baik dengan underpass. Pada tabel terlihat bahwa ada dua ruas jalan dengan menggunakan underpass yang tidak mengalami tundaan. Hal ini dikarenakan kendaraan langsung melewati underpass sehingga tidak ada tundaan.



II.18 Penelitian Terdahulu

Tabel II 8 Studi Terdahulu

No	Tahun	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Metode	Variabel	Hasil Penelitian	GAP Penelitian
1	2004	Tinjauan Kinerja Bundaran Tiga Lengan Dengan Simulasi Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Bundaran Patung Tololiu Kota Tomohon.	Sistem transportasi di suatu wilayah, dengan fokus pada Bundaran Tololiu di Kota Tomohon, yang merupakan titik persilangan yang menghubungkan Kota Tomohon dengan wilayah administratif lain di Sulawesi Utara.	Penelitian ini menggunakan beberapa metode, antara lain studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis data menggunakan metode MKJI 1997, dan simulasi perangkat lunak menggunakan AutoCAD 2017, Microsoft Excel 2016, dan Synchro Studio 9.0.	Tingkat Pelayanan Kepadatan Lalu Lintas Parametri Analisis	Analisis MKJI 1997 yang dikombinasikan dengan data demografi wilayah memprediksi bahwa tingkat kepadatan lalu lintas (DS) di bundaran Tololiu telah melebihi ambang batas 0,75 pada tahun 2019 dan disarankan untuk menerapkan solusi rekayasa geometrik dan/atau volume. Hasil simulasi menggunakan Synchro Studio 9.0 menunjukkan tingkat pelayanan (LoS) kelas B untuk data eksisting tahun 2015, tetapi melebihi batas ambang DS dalam metode US HCM 2010 pada tahun-tahun berikutnya. Hasil yang berbeda dari kedua metode tersebut disebabkan oleh parameter-parameter yang berbeda yang	Penelitian ini membedakan dirinya dari penelitian terdahulu melalui pendekatan metodologi yang berbeda. Dalam penelitian ini, pendekatan pengumpulan data primer dan sekunder tidak digunakan. Selain itu, analisis data dilakukan menggunakan metode MKJI 1997 yang berbeda dengan penelitian sebelumnya. Selanjutnya, dalam penelitian ini, simulasi perangkat lunak menggunakan AutoCAD 2017, Microsoft Excel 2016, dan Synchro Studio 9.0 menjadi elemen penting yang tidak ada

						digunakan dalam kedua metode tersebut.	pada penelitian sebelumnya.
2	2009	Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta	Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta	Penelitian ini menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997	endapatkan analisis panjang antrian dalam metode MKJI (1997) yang lebih sesuai dengan kondisi di lapangan	Panjang antrian menurut hasil analisis MKJI (1997) besarnya antara 3,3 - 11,3 smp dan 31-74 meter sedangkan panjang antrian berdasarkan penelitian langsung di lapangan besarnya antara 3-10,5 smp dan 23-69 meter.	Tidak Adanya rekayasa system pengalihan arus lalu lintas
3	2015	Evaluasi Rekayasa Lalu Lintas Di Bundaran Lalu Lintas (Studi Kasus: Bundaran Lalu Lintas Patung Sam Ratulangi	Rekayasa lalu lintas pada persimpangan bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi.	Penelitian ini menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sebagai acuan untuk mengevaluasi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian.	Persimpangan Bundaran Lalu Lintas Penutupan jalur Volume Arus Lalu Lintas Kapasitas Bundaran Derajat kejenuhan Tundaan Peluang Antrian	Evaluasi penutupan jalur pada bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi menunjukkan bahwa kapasitas bundaran tersebut tidak lagi mampu menampung volume arus lalu lintas yang melewatinya, terutama pada jam puncak. Hal ini dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan yang melebihi batas maksimum, yaitu 0,75. Namun, dengan adanya penutupan jalur, terjadi peningkatan kelancaran lalu lintas pada bagian jalinan Jalan Sam Ratulangi Ranotana - Jalan Bethesda dan Jalan Sam Ratulangi Wanea Plaza - Jalan Sam Ratulangi Ranotana. Hal ini terlihat dari penurunan nilai	Metode yang membedakan penelitian ini dengan penelitian disamping adalah tidak menggunakan metode Manual Kapasitas. Variabel yang terdapat di penelitian terdahulu juga tidak diteliti dalam penelitian ini.

						derajat kejenuhan, tundaan lalu lintas, dan peluang antrian yang lebih kecil dibandingkan tanpa penutupan jalur.	
4	2016	Implementasi Topological Sort Dalam Pengalihan Arus Kendaraan Untuk Mengatasi Problem Kemacetan Lalu Lintas (Studi Kasus Jalan-jalan Besar Di Sekitar Man 2 Malang Sampai Mall Dinoyo City))	Kemacetan lalu lintas di Kota Malang, khususnya di Jalan Bandung dan Jalan Veteran..	Penelitian ini menggunakan pendekatan teoritis dan penerapan algoritma topological sort.	Kemacetan lalu lintas Jumlah kendaraan Kapasitas jalan Algoritma topological sort	Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang efektivitas penerapan algoritma topological sort dalam mengurai kemacetan lalu lintas di Jalan Bandung dan Jalan Veteran. Diharapkan penerapan algoritma ini dapat membantu dalam mendistribusikan kembali kendaraan secara efisien sehingga setiap ruas jalan dapat menampung kendaraan sesuai dengan kapasitasnya, dan pada akhirnya mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas di Kota Malang.	Penelitian ini dilakukan menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan deksriptif kuantitatif yang dilaksanakan dengan menggunakan metode observasi partisipatif dan wawancara yang mendalam dengan pengguna jalan mengenai isu-isu yang teliti serta analisis dokumen terkait dengan implementasi skema pengalihan lalu lintas. Penelitian ini tidak menggunakan metode. Pendekatan teoritis dan penerapan algoritma topological sort.
5	2016	Evaluasi Rekayasa Pengalihan Arus Lalu Lintas Penggantian Jembatan Kedungasem Kota Probolinggo	Jembatan Kedungasem di Kota Probolinggo yang mengalami kerusakan struktur dan memerlukan perencanaan perbaikan.	Penelitian ini melibatkan proses pengambilan data primer dan sekunder di lapangan, serta analisis dan pembahasan kinerja simpang, ruas jalan,	Kerusakan Struktur Beban Mobil MAB (Muka Air Banjir) Kinerja Simpang	Laporan rekayasa pengalihan arus lalu lintas penggantian jembatan Kedungasem Kota Probolinggo diharapkan dapat memberikan gambaran dan rekomendasi terkait permasalahan kinerja simpang, ruas jalan, dan bundaran di	Penelitian ini tidak melakukan penelitian terhadap Kerusakan Struktur, Beban Mobil dan MAB (Muka Air Banjir)

				dan bundaran terkait.		wilayah sekitar lokasi pembangunan jembatan.	
6	2018	Study Analisa Volume Kendaraan Pada Simpang Bersinyal Di Perempatan Alun Alun Kota Kediri	Simpang Perempatan Alun Alun Kota Kediri	Penelitian ini menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997	Ada tiga karakteristik primer dari arus lalu lintas yang saling terkait yaitu volume, kecepatan dan kepadatan	Pengaturan 4 fase pada simpang 4 lengan sangat memperburuk perilaku lalu lintas disimpang yaitu mengenai panjang antrian , jumlah kendaraan terhenti dan tundaan. Tetapi dapat mengurangi kecelakaan lalu lintas pada simpang tersebut dibandingkan dengan pengaturan 2 fase pada simpang 4 lengan.	Penelitian ini tidak melakukan simulasi
7	2019	Meningkatkan Kinerja Bundaran Kelapa Gading Dengan Simpang Bersinyal Menggunakan Software Ptv Vissim Student Version	Objek penelitian dalam penelitian ini adalah persimpangan bundaran Kelapa Gading di Jakarta Utara.	Analisis kinerja menggunakan rumusan MKJI 1997 dan pemodelan dengan menggunakan software Vissim Student Version	Geometri Kondisi lingkungan Arus lalu lintas Peta lokasi Jumlah penduduk dan pertumbuhan kendaraan	Setelah dilakukan evaluasi kinerja bundaran Kelapa Gading, ditemukan bahwa derajat kejenuhan (DS) rata-rata bundaran tersebut adalah <0.69. Kapasitas bundaran adalah 7927 smp/jam, dan arus simpang mencapai 5286 smp/jam pada rata-rata simpang di jam puncak. Berdasarkan hasil evaluasi, bundaran ini masih layak dipertahankan.	Penelitian ini tidak meneliti tentang geometri, Jumlah penduduk dan pertumbuhan kendaraan yang ada di bundaran Kadipaten.

8	2018	Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal	Simpang bersinyal Jl. Gajah mada – Jl. Veteran – Jl. Pahlawan dan Jl. Budi karya.	MKJI dan VISSIM	Analisa Simpang Menggunakan Metode Mkjr dan Vissim	Penelitian ini Menghasilkan output Dj, waktu tundaan panjang antrian	Perbedaannya terletak di lokasi, sserta melakukan rekayasa pengalihan arus lalu lintas.
9	2021	Skema Penanganan Lalu Lintas Dikawasan Suci Besakih Kabupaten Karang asem	Kawasan Pura Agung Besakih yang terletak di Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali.	Skema Pengalihan Lalu Lintas	Skema Penanganan Lalu Lintas, Kinerja Jaringan Jalan, Kecepatan Jaringan Jalan, Jarak Perjalanan, Waktu Perjalanan	Perekayasaan lalu lintas pada kondisi eksiting menggunakan tiga skema penanganan lalu lintas. Skema penanganan lalu lintas pertama yaitu menggunakan arus pasang surut (Tidal Flow). Skema penanganan lalu lintas kedua dengan menutup fasilitas parkir on street. Skema penanganan lalu lintas ketiga yaitu dengan menggabungkan skema penanganan lalu lintas pertama dan skema penanganan lalu lintas kedua.kemacetan di daerah tersebut.	Adanya Persamaan variabel dengan penelitian yang dilakukan.
10	2021	Proyeksi Kinerja Tundaan Pada Bundaran Monumen Selamat Datang, Jakarta	Bundaran Monumen selamat datang, jakarta	Vissim	volume kendaraan dan perangkat lainnya untuk melihat hasil simulasi, baik berupa tundaan, panjang antrean, kecepatan	Penelitian ini dilakukan untuk melihat tundaan yang terjadi di bundaran tersebut. PTV VISSIM melakukan simulasi	Melakukan Skema Pengalihan Lalu lintas